

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Ökologie: Der globale Stickstoffkreislauf*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



VIII.24

Ökologie

Der globale Stickstoffkreislauf –  
Nachweisversuche und Expertenkonferenz

Evren Graf



Mitgli. von Informationschancen und Expertiseveranstaltungen erwerben sich Ihre Lernenden in dieser Unterrichtsvorbereitung verteilte Informationen über die Stickstoffpolitik in  
Lebensmitteln und in unserer Umwelt. Zusätzlich wird der globale Stickstoffkreislauf  
behandelt sowie der Einsatz von Nitratdüngern diskutiert. Im Vor- und Nachtest veranschaulicht  
den Schülerinnen und Schülern den Zusammenhang.

**KOMPETENZPROFIL**

**Klassische:** 10/10

**Dauer:** 8 Unterrichtsstunden (45 Minuten à 20)

**Komplexität:** 2

Die Lernenden ... 1. lernen Stickstoff in Lebensmitteln nach  
2. beschreiben die Stickstoffflüsse, 3. erklären und skizzieren den  
globalen Stickstoffkreislauf, 4. vergleichen die Nutzung von Düngemitteln  
5. diskutieren die Chancen und Risiken von Nitratdüngern.

**Thematische Bereiche:** Ökonomie, Stoffkreislauf, Klimaschutz, Stickstoffkreislauf

Learning Academy  
Digital Learning Academy

## VIII.24

### Ökologie

# Der globale Stickstoffkreislauf – Nachweisversuche und Expertenkonferenz

Erwin Graf



© Zbynek Pospisil/Stock/Getty Images Plus

Mithilfe von Informationstexten und Experimentieranleitungen erarbeiten sich Ihre Lernenden in dieser Unterrichtseinheit selbstständig umfassende Informationen über den Stickstoffgehalt in Lebensmitteln und in unserer Atemluft. Zusätzlich wird der kleine und globale Stickstoffkreislauf bearbeitet sowie der Einsatz von Nitratdüngern diskutiert. Ein Vor- und Nachtest veranschaulicht den Schülerinnen und Schülern den Lernfortschritt.

---

#### KOMPETENZPROFIL



<b>Klassenstufe:</b>	9/10
<b>Dauer:</b>	8 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 5)
<b>Kompetenzen:</b>	Die Lernenden ... 1. weisen Stickstoff in Lebensmitteln nach, 2. beschreiben die Stickstofffixierung, 3. erläutern und skizzieren den globalen Stickstoffkreislauf, 4. begründen die Nutzung von Düngemitteln, 5. diskutieren die Chancen und Risiken von Nitratdüngern.
<b>Thematische Bereiche:</b>	Ökosystem, Stoffkreisläufe, Klimaschutz, Stickstoffkreislauf

---

## Fachliche Grundlagen

Stickstoff ist in Biomolekülen wie Proteinen, Nukleinsäuren, vielen Hormonen, ATP etc. in gebundener Form vorhanden und lebensnotwendig für alle Organismen.

### Die Assimilation von Luftstickstoff

Molekularer Stickstoff ( $N_2$ ) bildet mit ca. 78 % den Hauptbestandteil der Luft, kann jedoch aufgrund der hohen Bindungsenergie seiner Dreifachbindung nur von wenigen Lebewesen in molekularer Form genutzt werden. Luftstickstoff muss den meisten Organismen bioverfügbar gemacht werden, was bestimmte Bakterien- und Archaeenarten übernehmen. Luftstickstoff kann auf unterschiedlichen Wegen assimiliert und in eine pflanzenverfügbare Form überführt werden.

- industrielle (technische) Stickstofffixierung insbesondere mittels Haber-Bosch-Verfahren mit Synthese von Ammoniak ( $NH_3$ ) und Weiterverarbeitung z. B. zu Mineraldüngern
- atmosphärische (abiotische) Stickstofffixierung durch Blitze und Bildung von Stickoxiden mit anschließender Reaktion mit Wasser in der Luft zu Salpetriger Säure ( $HNO_2$ ) und Salpetersäure ( $HNO_3$ ) sowie Auswaschung aus der Luft durch Niederschläge
- biologische (biotische) Stickstofffixierung durch Prokaryoten ( $N_2$ -Assimilation): symbiotisch lebende Knöllchenbakterien, frei im Boden lebende Bakterien, Archaeen in aquatischen Ökosystemen binden pro Jahr etwa 100 Mio. t Stickstoff weltweit
- durch hohe Temperaturen bei Waldbränden, Vulkantätigkeit, Verbrennungsmotoren für Benzin- und Dieselkraftstoff, Kohle- und Erdgasverbrennung in Kraftwerken, Müllverbrennungsanlagen etc. werden ebenfalls Stickstoffmoleküle zur Reaktion mit anderen Stoffen wie Sauerstoff gebracht, sodass Stickstoffverbindungen freigesetzt werden.

### Die biologische Stickstofffixierung

Sowohl für Gartenbau und Forstwirtschaft als auch für die konventionelle und ökologische Landwirtschaft ist die biotische Fixierung von Luftstickstoff von wirtschaftlicher Bedeutung und hat erheblichen Einfluss auf Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenertrag. Auf einem Feld mit Bohnen, Lupine oder Klee (Hülsenfrüchtler) werden bis zu 200 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr gebunden.

Die schrittweise biologische Fixierung von  $N_2$  durch frei im Boden lebende oder symbiotische Bakterien bzw. Archaeen ist energetisch sehr aufwendig. Zunächst wird  $N_2$  schrittweise zu  $NH_3$  reduziert. Katalysiert wird diese Reduktion durch den sauerstoffempfindlichen Enzymkomplex *Nitrogenase*.  $NH_3$  bzw. Ammonium ( $NH_4^+$ ) wird in weiteren Teilschritten von nitrifizierenden aeroben Bakterien stufenweise zu Nitrit ( $NO_2^-$ ) und Nitrat ( $NO_3^-$ ) oxidiert. Die dabei freiwerdende Energie wird von den Bakterien für ihre Lebensvorgänge genutzt. Die bakterielle (aquatische bzw. terrestrische) Umsetzung von Ammoniak zu Nitrat bezeichnet man als Nitrifikation. Ist viel Nitrat im Boden oder in Gewässern vorhanden, so wird von bestimmten Bakteriengruppen durch Denitrifikation das Nitrat zunächst wieder zu Ammoniak ( $NH_3$ ) reduziert und schließlich weiter zu Luftstickstoff ( $N_2$ ) oxidiert, d. h., die Enzymsysteme in den Bakterien katalysieren sowohl in Richtung Nitrifikation als auch in die Gegenrichtung der Denitrifikation.

### Der Eingriff des Menschen in den natürlichen Stickstoffkreislauf

Durch Eingriffe in den natürlichen Stickstoffkreislauf wie anorganische Stickstoffdünger (Mineraldünger), Trockenlegung von Sümpfen und Mooren, Autoabgase etc. nimmt der Mensch erheblichen Einfluss auf den Treibhauseffekt und gefährdet die relative Stabilität des Erdklimas.

## Didaktisch-methodisches Konzept

Die Schwerpunkte der Einheit bestehen darin, dass sich die Lernenden zum einen mit Nitrat und den Leistungen stickstoffbindender Bodenorganismen vertieft auseinandersetzen sowie die ökologische Bedeutung des biologischen Stickstoffkreislaufs verstehen lernen, zum anderen sollen sie ausgewählte Begründungen für die Eingriffe des Menschen in den natürlichen Stickstoffkreislauf erläutern und auf dieser Basis die Problematik der „Eingriffe des Menschen in die Natur“ im Kontext von Treibhauseffekt und Klimaänderung sehen und verstehen lernen.

### Warum wir das Thema behandeln

Im Rahmen der Ökologie spielt der Stickstoffkreislauf neben dem Kohlenstoff- und Sauerstoffkreislauf eine wichtige Rolle und ist in den Lehr- und Bildungsplänen der verschiedenen Bundesländer in den oberen Klassen der Sekundarstufe I sowie in der Sekundarstufe II fest verankert. Dabei geht es beim Stickstoffkreislauf nicht ausschließlich um den Kreislauf selbst, sondern auch um die Einflüsse des Menschen auf biologische Kreisläufe in der Natur sowie mögliche Folgen für das Klima auf der Erde.

### Ablauf der Reihe

Der problemorientierte Einstieg (ca. 15 min) in die **erste und zweite Unterrichtsstunde** gelingt mit **M 1**, welches auch in Form einer *PowerPoint* (**ZM 1**) vorliegt. Kündigen Sie zunächst ein Rätsel an, ohne die Thematik zu nennen. Zeigen Sie anschließend Schritt für Schritt die verschiedenen Aussagen bzw. Bilder zum gesuchten Thema. Legen Sie nach jedem Schritt eine kurze Denkpause ein, damit die Lernenden Zeit zur Aktivierung ihres Vorwissens haben. Nach jeweils drei Bausteinen legen Sie eine Pause von ca. 1 Minute ein und rufen einige Assoziationen der Lernenden ab, ohne die Aussagen zu kommentieren. Sollte das Thema durch die Lernenden nicht gefunden werden, so können Sie kleine Hinweise geben und das zehnte Element (Buchstabensalat) einsetzen, um das Lösungswort „STICKSTOFF“ zu finden.

Zum Abrufen des Vorwissens kann im Anschluss **M 2** zum Einsatz kommen. Hier sollen die Lernenden ihr Wissen zum Thema formulieren ohne eine anschließende Auswertung. Der Test steht den Lernenden alternativ als *LearningApps*-Kollektion zur Verfügung, die über den folgenden Link im eigenen Account angepasst werden kann:

<https://learningapps.org/display?v=p2ykpw45j23>.

Mit der Experimentieranleitung **M 3** wird den Lernenden die Möglichkeit eröffnet, Stickstoff in Lebensmitteln in Form von Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) nachzuweisen. So können die Lernenden durch selbstständiges Experimentieren erkennen, dass unter den Hauptnährstoffen nur die Proteine gebundenen Stickstoff enthalten, nicht aber Kohlenhydrate und Fette.

In der **dritten und vierten Unterrichtsstunde** beschäftigen sich die Lernenden mit der Bedeutung von Stickstoff für Lebewesen und dem globalen Stickstoffkreislauf. Die Materialien **M 4–M 6** enthalten Informationstexte und Erklärvideos sowie die zugehörigen Materialien **M 4a–M 6a** passende Übungsaufgaben und können entweder als Stationenarbeit oder als Gruppenpuzzle eingesetzt werden. Mit unterschiedlichen Texterarbeitungsmethoden und Erklärvideos als Alternativen eignen sich die Materialien auch für heterogene Lerngruppen. Die Übungsaufgaben sind in steigenden Niveaustufen gestaltet.

In der **fünften und sechsten Unterrichtsstunde** erarbeiten sich die Lernenden, warum die Düngung von Nutzpflanzen wichtig ist und welche Möglichkeiten und Risiken Düngemittel mit sich bringen.





Hierbei spielt die Schlüsselsubstanz Nitrat eine entscheidende Rolle. Die Materialien **M 7–M 10a** können von der Lerngruppe in gemischt-arbeitsteiliger Gruppenarbeit bearbeitet werden. Auch in diesem Material befinden sich Übungsaufgaben in gesteigerten Niveaustufen.



Das Ziel der **siebten und achten Unterrichtsstunde** ist die Ergebnissicherung, Lernerfolgskontrolle und Transferleistung innerhalb einer Podiumsdiskussion (**M 11**). Hier werden den Lernenden in Kleingruppen feste Rollen zugewiesen. Alternativ können leistungsstarke Lerngruppe neue Rollen entwerfen oder mit dem Zusatzmaterial **ZM 2** Argumente für vorgeschlagene Rollen ergänzen. In der folgenden thematisch klar umgrenzten Podiumsdiskussion sollen sich die Lernenden exemplarisch bewusst werden, dass auch Pflanzenernährung, Düngung, Gesundheit und Klima eng zusammenhängen. Die Expertenkonferenz kann nach dem folgenden Muster ablaufen:

1. Festlegen des Rahmenthemas, z. B. „Stickstoff – Düngung – Nitrat – Klima“
2. Das Rahmenthema wird im Plenum beraten und in Teilthemen untergliedert.  
Beispielsweise: Pflanzen brauchen den Nährstoff Stickstoff aus dem Boden für ihren Stoffwechsel (Rolle: Biologin/Biologie). Düngung mit Nitrat ist wichtig, damit wir Landwirte durch unsere Ernten auch überleben (Rolle: Landwirtin/Landwirt). Wir Kunden wollen gesunde Lebensmittel „ohne Chemie“ essen (Rolle: Verbraucherin/Verbraucher). Moderne Landwirtschaft muss ohne Dünger auskommen, denn „Kunstdünger bedroht das Klima“ (Rolle: Klimaaktivistin/Klimaaktivist). Nitrat im Trinkwasser ist ein großes Problem bei der Wasserversorgung der Menschen (Rolle: Wassermeisterin/Wassermeister in einem Wasserwerk). Nitrat in Lebensmitteln und die Folgen für Menschen (Rolle: Ärztin/Arzt).
3. Die Teilthemen werden auf Lerngruppen (je 3–5 Lernende) aufgeteilt. Idealerweise finden sich Interessengruppen zusammen und wählen ein Teilthema aus.
4. Die Lerngruppen lesen sich ihre Rollenkarten durch und ergänzen Argumente bzw. erstellen zu ihrem Teilthema eine Rollenkarte. Zusätzlich werden in den Gruppen jeweils ein Experte bzw. eine Expertin gewählt, der/die die Rolle im Plenum vertritt.
5. Der oder die Moderator/in (z. B. Lehrkraft) eröffnet die „Expertenkonferenz“, begrüßt alle und stellt die Expertinnen und Experten namentlich mit ihrem jeweiligen Schwerpunkt vor. Nach Aufforderung stellt jede/r Experte/in seine Position argumentativ geschickt in ca. 2 Minuten vor.
6. Die Expertinnen und Experten diskutieren die Thematik untereinander unter Leitung des Moderators bzw. der Moderatorin. Hierbei werden auch die Zuhörer eingebunden und Fragen gestellt.
7. Der oder die Moderator/in fasst die Gesprächsergebnisse zusammen, dankt allen und beendet die Runde.

Im Anschluss an die Diskussion kann eine Evaluation in einem Unterrichtsgespräch stattfinden. Hierbei können die Lernenden sich dazu äußern, was besonders gelungen ist oder was beim nächsten Mal anders gelöst werden kann.



Zum Abschluss der Einheit kann erneut die Lernerfolgskontrolle **M 2** zum Einsatz kommen. Hier erfahren die Lernenden ihren individuellen Lernerfolg durch den Vergleich des Vor- und Nachtests. Der Test bietet gleichzeitig eine Basis für Coaching-Gespräche, zukunftsorientierte Zielvereinbarungen und Meta-Unterricht sowie individuelles Feedback.








## Mediathek

### Weiterführende Internetseiten

- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=kmodQudh8ew>  
Das ca. dreiminütige Video „Der natürliche Stickstoffkreislauf“ des Kanals *nanimations* erklärt den natürlichen Stickstoffkreislauf mit anschaulichen und kindgerechten Grafiken.
- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=PluvArY059M>  
In ca. 6 Minuten erklärt die *Chemiedidaktik Universität Osnabrück* im Video „Der Stickstoffkreislauf“ den globalen Stickstoffkreislauf im Detail. Ebenfalls wird der Einfluss von Nitratdüngern auf Ökosysteme und den Menschen erklärt.
- ▶ [https://www.bfr.bund.de/de/fragen\\_und\\_antworten\\_zu\\_nitrat\\_und\\_nitrit\\_in\\_lebensmitteln-187056.html](https://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_nitrat_und_nitrit_in_lebensmitteln-187056.html)  
Auf der Seite des Bundesinstituts für Risikobewertung können zahlreiche Informationen zu Nitrat- und Nitritgehalten in Lebensmitteln und den einhergehenden Risiken recherchiert werden.
- ▶ <https://www.quarks.de/umwelt/landwirtschaft/das-passiert-wenn-zu-viel-nitrat-in-die-umwelt-kommt/>  
Der Link führt zum Artikel „Wie gefährlich ist Nitrat“, der komplexe Sachverhalte zu Nitratdüngern und Nitratgehalten in Lebensmitteln übersichtlich darstellt.

[Letzter Aufruf aller Links: 30.01.2023]

### Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.				
	leichtes Niveau		mittleres Niveau		schwieriges Niveau
	Zusatzaufgabe		Alternative		Selbsteinschätzung

## Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Tx = Infotext, LEK = Lernerfolgskontrolle, Rä = Rätsel, Sv = Schülerversuch, PPT = begleitendes *PowerPoint*-Material

### 1./2. Stunde

**Thema** Stickstoff – mehr als nur ein Gas in der Atmosphäre

**M 1 (Rä, PPT)** Löse das Rätsel: Wer bin ich?

**Benötigt:**  ggf. die *PowerPoint ZM 1 Einstieg (PPT)*

**M 2 (LEK)** Vor- und Nachtest – Stickstoffkreislauf in der Natur

**M 3 (Sv)** Stickstoffnachweis in Lebensmitteln

**Stickstoffnachweis**

**Dauer:** **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 30 min

**Chemikalien:**

<input type="checkbox"/> Glucose	<input type="checkbox"/> Enzym (z. B. Pepsin)
<input type="checkbox"/> Reis	<input type="checkbox"/> Protein (z. B. getrocknetes Albumin oder Hühnereiweiß)
<input type="checkbox"/> Kochsalz	<input type="checkbox"/> Leitungswasser
<input type="checkbox"/> Stärke oder Mehl	<input type="checkbox"/> Fett oder Speiseöl

**Geräte:**

<input type="checkbox"/> Bunsenbrenner	<input type="checkbox"/> Universalindikatorstreifen
<input type="checkbox"/> Gasanzünder/Streichhölzer	<input type="checkbox"/> Schutzbrille
<input type="checkbox"/> Reagenzglasklammer	<input type="checkbox"/> feuerfeste Unterlage
<input type="checkbox"/> 10 Reagenzgläser	<input type="checkbox"/> Siedesteinchen
	<input type="checkbox"/> Reagenzglasständer

### 3./4. Stunde

**Thema** Stickstoff und seine Bedeutung für Lebewesen

**M 4 (Tx)** Stickstoff in der unbelebten und belebten Natur

**M 4a (Ab)** Stickstoff in der unbelebten und belebten Natur – Übungsaufgaben

**M 5 (Tx, Ev)** Ohne Stickstoff kein Pflanzenwachstum


**M 5a (Ab)** Ohne Stickstoff kein Pflanzenwachstum – Übungsaufgaben

**M 6 (Tx, Ev)** Der globale Stickstoffkreislauf

**M 6a (Ab)** Der globale Stickstoffkreislauf – Übungsaufgaben

**Benötigt:**  ggf. internetfähige Endgeräte für die Erklärvideos

**5./6. Stunde**

<b>Thema</b>	Nitrat/-dünger	
<b>M 7 (Tx)</b>	<b>Wachstumsfaktoren von Pflanzen und Mineraldünger</b>	
<b>M 7a (Ab)</b>	<b>Wachstumsfaktoren von Pflanzen und Mineraldünger – Übungsaufgaben</b>	
<b>M 8 (Tx)</b>	<b>Nitratdünger – ein gutes Düngemittel?</b>	
<b>M 8a (Ab)</b>	<b>Nitratdünger – Übungsaufgaben</b>	
<b>M 9 (Tx)</b>	<b>Nitrat in Wasser und Lebensmitteln</b>	
<b>M 9a (Ab)</b>	<b>Versuche zum Nachweis von Nitrat in Lebensmitteln und Wasser</b>	

**Nitratnachweis**

**Dauer:** **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 20 min

**Materialien:**

- verschiedene Obstsorten oder Obstsaft
- verschiedene Blatt- und Wurzelgemüse
- verschiedene Wasserproben (z. B. Leitungswasser, Mineralwasser, Seewasser)

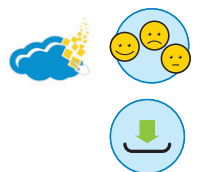
**Geräte:**

- Spatel
- Messer
- Mörser
- Tüpfelplatte oder Petrischalen
- Nitratteststäbchen
- Stativmaterial

**M 10** **Die Problematik mit Nitratdünger**  
**M 10a** **Die Problematik mit Nitratdünger – Übungsaufgaben**

**7./8. Stunde**

<b>Thema</b>	Wie hängen Nitrat, Gesundheit und Klima zusammen?	
<b>M 11 (Ab/Tx)</b>	<b>Expertenkonferenz – Nitrat und Klima</b>	
<b>M 2 (LEK)</b>	<b>Vor- und Nachtest – Stickstoffkreislauf in der Natur</b>	
<b>Benötigt:</b>	<input type="checkbox"/> ggf. die PowerPoint ZM 2 Rollenkarten	

**Lösungen**

Die Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 30.

**Minimalplan**

Steht nur wenig Unterrichtszeit zur Verfügung, kann nach dem Einstieg direkt mit **M 3** gestartet werden. Die Materialien **M 4–M 10a** können auch innerhalb einer Stationenarbeit, Lerntheke oder Gruppenpuzzle in drei Unterrichtsstunden behandelt werden. Bei Zeitmangel kann die Podiumsdiskussion (**M 11**) in einem Unterrichtsgespräch ohne Rollenverteilung stattfinden.



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Ökologie: Der globale Stickstoffkreislauf*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



VIII.24

Ökologie

Der globale Stickstoffkreislauf –  
Nachweisversuche und Expertenkonferenz

Evren Graf



Mitgli. von Informationschancen und Expertenkonferenzen erhalten sich frei korrespondieren in dieser Zusammenfassung vollständig kontinuierliche Informationen über die Stabilität der Lebensformen und in unserer Umwelt. Zusätzlich wird der globale Stickstoffkreislauf betrachtet sowie der Einfluss von Nitratdüngern diskutiert. Im Vor- und Nachfeld veranschaulicht der Stickstoffkreislauf und dessen Auswirkungen.

**KOMPETENZPROFIL**

**Klassische:** 8/10

**Dauer:** 8 Stunden/30 Minuten/15 Minuten/10

**Komplexität:** 2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100

**Thematische Bereiche:** Ökologie, Stickstoffkreislauf, Stickstoffdüngung, Stickstoffverluste

Learning Academy  
Digital Learning Academy